

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-41689

(43) 公開日 平成6年(1994)2月15日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 2 Z			
B 2 1 C 37/08		F 6778-4E		
C 2 2 C 38/18				

審査請求 未請求 請求項の数2(全7頁)

(21) 出願番号	特願平4-163084	(71) 出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22) 出願日	平成4年(1992)6月22日	(72) 発明者	伊丹 美昭 愛知県東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社名古屋製鐵所内
		(72) 発明者	宮坂 明博 愛知県東海市東海町5-3 新日本製鐵株式会社名古屋製鐵所内
		(74) 代理人	弁理士 田村 弘明 (外1名)

(54) 【発明の名称】 加工性の優れた高Cr含有鋼管

(57) 【要約】

【目的】 本発明は加工性の優れた高Cr含有鋼管に係り、さらに詳しくは、例えば曲げ加工時において減肉や破断を起こしにくい高Cr含有鋼管に関する。

【構成】 Crを重量%で7.5%以上25%未満含有し、金属組織が実質的にフェライトを主体とする鋼からなる帯鋼を連続的にロール成形によって円筒状に成形し、電気抵抗溶接によって電縫鋼管として製造される高Cr含有鋼管において、帯鋼での圧延方向に平行な方向のランクフォード値を1.2以上とし、圧延方向に直交方向のランクフォード値を1.5以上とした材料を使用して鋼管とすることを特徴とする加工性の優れた高Cr含有鋼管。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Crを重量%で7.5%以上25%未満含有し、金属組織が実質的にフェライトを主体とする鋼からなる帯鋼を、連続的にロール成形によって円筒状に成形し、電気抵抗溶接によって電縫鋼管として製造される高Cr含有鋼管において、帯鋼の段階において該帯鋼の圧延方向に平行な方向におけるランクフォード値が1.2以上であり、圧延方向に直交する方向におけるランクフォード値が1.5以上であることを特徴とする加工性の優れた高Cr含有鋼管。

【請求項2】 帯鋼の圧延方向に平行な方向におけるランクフォード値が1.5以上であり、圧延方向に直交する方向におけるランクフォード値が2.0以上である請求項1に記載の加工性の優れた高Cr含有鋼管。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は加工性の優れた高Cr含有鋼管に係り、さらに詳しくは、例えば曲げ加工時において減肉や破断を起こしにくい高Cr含有鋼管に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、自動車のエキゾーストマニホールド（以下エキマニと称する）には従来の鋳物製エキマニに代えて、ステンレス鋼板製のエキマニが使用される例が増加している。これはステンレス鋼板製エキマニの方が肉厚を薄くすることが可能であり、自動車の軽量化に大きく役立つためである。こうした用途に対する鋼として既に種々の検討がなされており、例えば特開平2-175843号公報にあるようにCrを多量含有するフェライト系ステンレス鋼が提案されている。

【0003】 かかるフェライト系ステンレス鋼を使用してエキマニを製造する方法としては、フェライト系ステンレス鋼板をプレス成形し溶接して製造する方法や、フェライト系ステンレス鋼板を鋼管として造管したステンレス鋼管を二次加工してエキマニとして製造する方法などが提案されている。

【0004】 しかし、フェライト系ステンレス鋼はCr\*

$$r = \frac{\ell_n (\ell + \Delta W / W_0)}{\ell_n (\ell + \Delta t / t_0)}$$

ここで、 $\Delta W$  : 引張変形後の幅方向の変形量  
 $\Delta t$  : 引張変形後の板厚方向の変形量  
 $W_0$  : 引張変形後の幅  
 $t_0$  : 引張変形後の板厚

【0009】 帯鋼での圧延方向は鋼管の軸方向に、帯鋼で圧延方向に直交する方向は鋼管の円周方向に対応して

2

\*を多量に含有するために加工性が悪く、エキマニのような複雑な形状を有する製品を製造するためには、例えば中間で焼鈍して加工性を確保するなどの工程が必要な場合があり、加工コストが高いという難点がある。特に、フェライト系ステンレス鋼を先ず鋼管としてから曲げ加工等によってエキマニとして加工する場合には、曲げの外側に位置する部分で減肉が生じ、減肉が著しい場合には破断に至る場合があるために、あまり曲げ半径の小さい加工はできなかった。

10 【0005】 また、他の用途、例えばフェライト系ステンレス鋼管を配管や手すり等に使用する場合においても、上記と同様に曲げ加工する場合は多く、こうした用途においても加工性が充分でないために割れを発生しない許容曲げ半径には制限があった。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明はこうした現状に鑑みて、曲げ加工時において減肉や破断を起こしにくい高Cr含有鋼管を提供することを目的とする。

## 【0007】

20 【課題を解決するための手段】 本発明者らは上記の目的を達成すべく、鋼材の成分組成、造管方法、後熱処理、ミクロ組織などについて種々検討した結果、帯鋼の集合組織、従って機械的性質の異方性が鋼管における引張りや曲げなどの加工性・機械的性質に影響することを見出した。さらに検討を続けた結果、帯鋼での圧延方向に平行な方向のランクフォード値を積極的に高めておくと、該帯鋼を使用して造管した鋼管の特性が向上し、特に帯鋼での圧延方向に平行な方向のランクフォード値（ $r_0$  値）を1.5以上にするとその効果が顕著であることを見出した。また、圧延方向に直交方向のランクフォード値（ $r_{90}$  値）を高めることも効果があり、該ランクフォード値を2.0以上とすればその効果が特に顕著であることも見出だした。ここでランクフォード値（ $r$  値）とは次式で定義されるもので、引張応力下における幅方向の変形と板厚方向の変形の関係を表す指標である。

## 【0008】

【数1】

おり、帯鋼の段階でこれらの方向での引張におけるランクフォード値を高めることが鋼管の加工性を大きく改善

50

するものであることが、本発明者らの発見した全く新規な知見である。

【0010】従来は一般に高Cr鋼の加工性を改善するためには、帯鋼での圧延方向に平行なランクフォード値および圧延方向に直交する方向のランクフォード値をやや低くし、圧延方向に対して45°をなす方向のランクフォード値( $r_{45}$ )を高くすること、すなわち圧延方向に対して種々の方向でのランクフォード値を極力均一な分布とすることが広く適用されてきた。すなわち、鋼材の機械的性質の異方性を極力抑制し、特に圧延方向および圧延方向に直交する方向のランクフォード値を抑制することが従来の常識であったのに対して、本発明者らが見出した知見は逆に鋼材の異方性を高めることによって鋼管の加工性を飛躍的に高めることができるというものであって、従来の技術的常識とは全くことなる新規な知見である。

【0011】本発明は上記の知見に基づいてなされたものであり、その要旨とするところは、Crを重量%で7.5%以上25%未満含有し、金属組織が実質的にフェライトを主体とする鋼からなる帯鋼を、連続的にロール成形によって円筒状に成形し、電気抵抗溶接によって電縫鋼管として製造される高Cr含有鋼管において、帯鋼の段階において該帯鋼の圧延方向に平行な方向におけるランクフォード値が1.2以上であり、圧延方向に直交する方向におけるランクフォード値が1.5以上であることを特徴とする加工性の優れた高Cr含有鋼管にある。

【0012】特に上記帯鋼の圧延方向に平行な方向におけるランクフォード値が1.5以上であり、圧延方向に直交する方向におけるランクフォード値が2.0以上であるようにすることが好ましい。

【0013】本発明の特徴を明確にするために本発明者らが見出した結果を簡単に述べるならば以下の通りである。鋼管を軸方向に引張変形させた場合、鋼管としての変形は肉厚の減少と共に外径の減少によってもなされる。このとき $r_0$ および $r_{90}$ が大きくなるほど鋼管の塑性変形は鋼管外径が変化することになされる割合が大きくなり、板厚方向の減肉は相対的に少なくなり、減肉によって鋼管の伸びが減少して早期に破断することが回避できるというのが本発明者らが見出した知見である。これに対して、この場合にせん断変形を生じる加工は少ないので、 $r_{45}$ が小さくても鋼管の加工性に対する影響は小さく、 $r_0$ および $r_{90}$ を増大させる効果はるかに大きいものである。

【0014】なお本発明で帯鋼として、Crを7.5%以上25%未満含有し、金属組織が実質的にフェライトを主体とする鋼を対象としたのは、金属組織がフェライト主体でCrを7.5%未満含有する場合において鋼管の加工性が大きく低下するためであり、Crを25%以

上含有する鋼においてはもはやランクフォード値の制御だけでは鋼管の加工性を十分に高めることが困難であるから、何れも本発明の対象外とした。Crを7.5%以上25%未満含有し、金属組織が実質的にフェライトを主体とする鋼であれば、耐食性、強度、靱性等の他の特性の確保のためにC, Si, Mn, Ni, Cu, Mo, W, Nb, V, Ti, Al, N, O, B等の他の元素を添加している鋼も全て本発明の対象とするものである。加工性以外に必要とされる特性に応じて選択された組成を有する鋼であっても、ランクフォード値を本発明で規定する範囲に制御することによって、さらに加工性をも付与することができるのであって、何れも本発明が対象とするところを逸脱するものではない。

【0015】本発明において、帯鋼の段階において該帯鋼の圧延方向に平行な方向におけるランクフォード値( $r_0$ )を1.2以上とし、圧延方向に直交する方向におけるランクフォード値( $r_{90}$ )を1.5以上としたのは、 $r_0$ が1.2未満あるいは $r_{90}$ が1.5未満ではエキマニ等として使用するのに十分な加工性が得られないからである。また、例えば鋼管の曲げ加工で曲げ曲率半径が小さい場合のように、特に厳しい加工性が必要な場合には、 $r_0$ を1.5以上とし、 $r_{90}$ を2.0とすることが非常に有効である。

【0016】

【実施例】以下に本発明の実施例について説明する。表1に成分と鋼板でのランクフォード値を示すステンレス鋼板を素材として、通常の電縫鋼管製造工程によって表2に示す寸法の鋼管を製造した。続いてこれら鋼管について、JIS Z2241に準拠して、JIS Z2201に定める11号試験片を用いて鋼管引張試験を実施して、破断に至るまでの伸びを測定した。また、曲げ半径が1.0D(D:鋼管外径)の曲げ加工を施して、曲げ外周部の破断の有無と減肉の状況を調査した。表2の曲げ試験結果において、○は曲げ外周部に破断がなく肉厚が引張前の肉厚に対して80%以上であったことを示し、△は曲げ外周部に破断はないものの肉厚が引張前の肉厚に対して80%未満であったことを示し、×は曲げ外周部で破断したことを示す。

【0017】表2から明らかなように、帯鋼での圧延方向に平行な方向のランクフォード値を1.2以上とし、圧延方向に直交方向のランクフォード値を1.5以上とした材料を使用した材料を本発明鋼管例であるNo. 1～5は鋼管引張試験での破断伸びが大きく、曲げ部に割れを発生することなく、かつ曲げ外周部の減肉が少ないのに対して比較例であるNo. 6, 7では破断伸びが小さく、曲げ部の減肉が著しく、破断する場合もある。

【0018】

【表1】

区分	No	化 学 成 分 (重量%)								ランクフォード値	
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ti	Nb	圧延方向に 平 行 ( $r_o$ )	圧延方向に 直 交 ( $r_{90}$ )
本 発 明 例	1	0.011	0.34	0.50	0.022	0.004	11.90	0.32	—	1.35	1.58
	2	0.007	0.28	0.40	0.021	0.005	19.07	—	0.54	1.27	1.53
	3	0.015	0.33	0.56	0.017	0.006	11.98	0.28	—	1.52	2.11
	4	0.008	0.29	0.40	0.022	0.003	11.95	0.25	—	1.69	2.25
	5	0.008	0.20	0.45	0.018	0.005	19.25	—	0.45	1.55	2.12
比 較 例	6	0.013	0.35	0.38	0.025	0.004	12.03	0.34	—	0.92	1.11
	7	0.009	0.34	0.51	0.024	0.007	19.33	—	0.51	0.73	0.99

【0019】

\* \* 【表2】

区分	No	寸 法 (mm)		鋼管引張試験に おける破断伸び (%)	曲げ試験結果
		外 径	肉 厚		
本 発 明 例	1	38.1	2.0	52	○
	2	45.0	1.5	52	○
	3	38.1	1.2	57	○
	4	38.1	1.5	56	○
	5	45.0	1.2	58	○
比 較 例	6	38.1	1.5	38	×
	7	38.1	1.2	36	×

【0020】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明は素材帯鋼の段階で圧延方向およびその直交方向の $r$ 値を向上させ

ることにより、曲げ加工時に減肉や破断を起こすことなく、加工性に優れた高Cr含有鋼管を提供するものであり、産業の発展に貢献するところ極めて大である。

【手続補正書】

【提出日】平成5年2月24日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の詳細な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は加工性の優れた高Cr含有鋼管に係り、さらに詳しくは、例えば曲げ加工時にお

いて減肉や破断を起こしにくい高Cr含有鋼管に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、自動車のエキゾーストマニホールド（以下エキマニと称する）には従来の鋳物製エキマニに代えて、ステンレス鋼板製のエキマニが使用される例が増加している。これはステンレス鋼板製エキマニの方が肉厚を薄くすることが可能であり、自動車の軽量化に大きく役立つためである。こうした用途に対する鋼として既に種々の検討がなされており、例えば特開平2-1

75843号公報にあるようにCrを多量含有するフェライト系ステンレス鋼が提案されている。

【0003】かかるフェライト系ステンレス鋼を使用してエキマニを製造する方法としては、フェライト系ステンレス鋼板をプレス成形し溶接して製造する方法や、フェライト系ステンレス鋼板を鋼管として造管したステンレス鋼管を二次加工してエキマニとして製造する方法などが提案されている。

【0004】しかし、フェライト系ステンレス鋼はCrを多量に含有するために加工性が悪く、エキマニのような複雑な形状を有する製品を製造するためには、例えば中間で焼鈍して加工性を確保するなどの工程が必要な場合があり、加工コストが高いという難点がある。特に、フェライト系ステンレス鋼を先ず鋼管としてから曲げ加工等によってエキマニとして加工する場合には、曲げの外側に位置する部分で減肉が生じ、減肉が著しい場合には破断に至る場合があるために、あまり曲げ半径の小さい加工はできなかった。

【0005】また、他の用途、例えばフェライト系ステンレス鋼管を配管や手すり等に使用する場合においても、上記と同様に曲げ加工する場合は多く、こうした用途においても加工性が充分でないために割れを発生しない許容曲げ半径には制限があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこうした現状\*

$$r = \frac{l_0 (1 + \Delta W / W_0)}{l_0 (1 + \Delta t / t_0)}$$

ここで、 $\Delta W$  : 引張変形後の幅方向の変形量  
 $\Delta t$  : 引張変形後の板厚方向の変形量  
 $W_0$  : 引張変形後の幅  
 $t_0$  : 引張変形後の板厚

【0009】帯鋼での圧延方向は鋼管の軸方向に、帯鋼で圧延方向に直交する方向は鋼管の円周方向に対応しており、帯鋼の段階でこれらの方向での引張におけるランクフォード値を高めることが鋼管の加工性を大きく改善するものであることが、本発明者らの発見した全く新規な知見である。

【0010】従来は一般に高Cr鋼の加工性を改善するためには、帯鋼での圧延方向に平行なランクフォード値および圧延方向に直交する方向のランクフォード値をやや低くし、圧延方向に対して45°をなす方向のランクフォード値( $r_{45}$ )を高くすること、すなわち圧延方向に対して種々の方向でのランクフォード値を極力均一な分布とすることが広く適用されてきた。すなわち、鋼材の機械的性質の異方性を極力抑制し、特に圧延方向および圧延方向に直交する方向のランクフォード値を抑制することが従来の常識であったのに対して、本発明者らが

\*に鑑みて、曲げ加工時において減肉や破断を起こしにくい高Cr含有鋼管を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは上記の目的を達成すべく、鋼材の成分組成、造管方法、後熱処理、マイクロ組織などについて種々検討した結果、帯鋼の集合組織、従って機械的性質の異方性が鋼管における引張りや曲げなどの加工性・機械的性質に影響することを見出した。さらに検討を続けた結果、帯鋼での圧延方向に平行な方向のランクフォード値を積極的に高めておくと、該帯鋼を使用して造管した鋼管の特性が向上し、特に帯鋼での圧延方向に平行な方向のランクフォード値( $r_0$ 値)を1.2以上、さらに好ましくは1.5以上にするとその効果が顕著であることを見出した。また、圧延方向に直交方向のランクフォード値( $r_{90}$ 値)を高めることも効果があり、該ランクフォード値を1.5以上、さらに好ましくは2.0以上とすればその効果が特に顕著であることも見出した。ここでランクフォード値( $r$ 値)とは次式で定義されるもので、引張応力下における幅方向の変形と板厚方向の変形の関係を表す指標である。

【0008】

【数1】

見出した知見は逆に鋼材の異方性を高めることによって鋼管の加工性を飛躍的に高めることができるというものであって、従来の技術的常識とは全くことなる新規な知見である。

【0011】本発明は上記の知見に基づいてなされたものであり、第1発明が要旨とするところは、Crを重量%で7.5%以上25%未満含有し、金属組織が実質的にフェライトを主体とする鋼からなる帯鋼を、連続的にロール成形によって円筒状に成形し、電気抵抗溶接によって電縫鋼管として製造される高Cr含有鋼管において、帯鋼の段階において該帯鋼の圧延方向に平行な方向におけるランクフォード値が1.2以上であり、圧延方向に直交する方向におけるランクフォード値が1.5以上であることを特徴とする加工性の優れた高Cr含有鋼管にあり、第2発明が要旨とするところは、直交する方向におけるランクフォード値をそれぞれ1.5以上およ

び2.0以上とした高Cr含有鋼管にある。

【0012】異方性の積極的利用による鋼管の加工性向上の理由を詳細に述べることは、必ずしも本願の目的とするところではないが、本発明の特徴を明確にするために本発明者らが見出した結果を簡単に述べるならば以下の通りである。鋼管を軸方向に引張変形させた場合、鋼管としての変形は肉厚の減少と共に外径の減少によってもなされる。このとき $r_0$ および $r_{90}$ が大きくなるほど鋼管の塑性変形は鋼管外径が変化することでなされる割合が大きくなり、板厚方向の減肉は相対的に少なくなり、減肉によって鋼管の伸びが減少して早期に破断することが回避できるというのが本発明者らが見出した知見である。これに対して、この場合にせん断変形を生じる加工は少ないので、 $r_{45}$ が小さくても鋼管の加工性に対する影響は小さく、 $r_0$ および $r_{90}$ を増大させる効果ははるかに大きいものである。

【0013】なお本発明で帯鋼として、Crを7.5%以上25%未満含有し、金属組織が実質的にフェライトを主体とする鋼を対象としたのは、金属組織がフェライト主体でCrを7.5%以上含有する場合において鋼管の加工性が大きく低下するためであり、Crを25%以上含有する鋼においてはもはやランクフォード値の制御だけでは鋼管の加工性を十分に高めることが困難であるから、何れも本発明の対象外とした。Crを7.5%以上25%未満含有し、金属組織が実質的にフェライトを主体とする鋼であれば、耐食性、強度、靱性等の他の特性の確保のためにC、Si、Mn、Ni、Cu、Mo、W、Nb、V、Ti、Al、N、O、B等の他の元素を添加している鋼も全て本発明の対象とするものである。加工性以外に必要とされる特性に応じて選択された組成を有する鋼であっても、ランクフォード値を本発明で規定する範囲に制御することによって、さらに加工性をも付与することができるのであって、何れも本発明が対象とするところを逸脱するものではない。

【0014】本発明において、帯鋼の段階において該帯

鋼の圧延方向に平行な方向におけるランクフォード値( $r_0$ )を1.2以上とし、圧延方向に直交する方向におけるランクフォード値( $r_{90}$ )を1.5以上としたのは、 $r_0$ が1.2未満あるいは $r_{90}$ が1.5未満ではエキマニ等として使用するのに十分な加工性が得られないからである。また、例えば鋼管の曲げ加工で曲げ曲率半径が小さい場合のように、特に厳しい加工性が必要な場合には、 $r_0$ を1.5以上とし、 $r_{90}$ を2.0とすることが非常に有効である。

【0015】

【実施例】以下に本発明の実施例について説明する。表1に成分と鋼板でのランクフォード値を示すステンレス鋼板を素材として、通常の電鍍鋼管製造工程によって表2に示す寸法の鋼管を製造した。続いてこれら鋼管について、JIS Z2241に準拠して、JIS Z2201に定める11号試験片を用いて鋼管引張試験を実施して、破断に至るまでの伸びを測定した。また、曲げ半径が1.0D(D:鋼管外径)の曲げ加工を施して、曲げ外周部の破断の有無と減肉の状況を調査した。表2の曲げ試験結果において、○は曲げ外周部に破断がなく肉厚が引張前の肉厚に対して80%以上であったことを示し、△は曲げ外周部に破断はないものの肉厚が引張前の肉厚に対して80%未満であったことを示し、×は曲げ外周部で破断したことを示す。

【0016】表2から明らかなように、帯鋼での圧延方向に平行な方向のランクフォード値を1.2以上とし、圧延方向に直交方向のランクフォード値を1.5以上とした材料を使用した材料を本発明鋼管例であるNo.1～5は鋼管引張試験での破断伸びが大きく、曲げ部に割れを発生することなく、かつ曲げ外周部の減肉が少ないのに対して比較例であるNo.6、7では破断伸びが小さく、曲げ部の減肉が著しく、破断する場合もある。

【0017】

【表1】

区分	No.	化 学 成 分 (重量%)								ランクフォード値	
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ti	Nb	圧延方向に 平 行 ( $r_{00}$ )	圧延方向に 直 交 ( $r_{90}$ )
本 発 明 例	1	0.011	0.34	0.50	0.022	0.004	11.90	0.32	—	1.35	1.58
	2	0.007	0.28	0.40	0.021	0.005	19.07	—	0.54	1.27	1.53
	3	0.015	0.33	0.55	0.017	0.006	11.98	0.28	—	1.52	2.11
	4	0.008	0.29	0.40	0.022	0.003	11.95	0.25	—	1.69	2.25
	5	0.008	0.20	0.45	0.018	0.005	19.25	—	0.45	1.55	2.12
比 較 例	6	0.013	0.35	0.36	0.025	0.004	12.03	0.34	—	0.92	1.11
	7	0.009	0.34	0.51	0.024	0.007	19.33	—	0.51	0.73	0.99

【0018】

\*

【表2】

\*

区分	No.	寸 法 (mm)		鋼管引張試験に おける破断伸び (%)	曲げ試験結果
		外 径	肉 厚		
本 発 明 例	1	38.1	2.0	52	○
	2	45.0	1.5	52	○
	3	38.1	1.2	57	○
	4	38.1	1.5	56	○
	5	45.0	1.2	58	○
比 較 例	6	38.1	1.5	38	×
	7	38.1	1.2	36	×

【0019】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明は素材帯鋼の段階で圧延方向およびその直交方向の $r$ 値を向上させ

ることにより、曲げ加工時に減肉や破断を起こすことなく、加工性に優れた高Cr含有鋼管を提供するものであり、産業の発展に貢献するところ極めて大である。